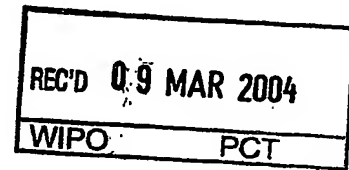


PCT / BR 2004 / 000002

Rec'd PCTO 24 JUN 2005



#3


REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e Comércio Exterior.
Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Diretoria de Patentes

CÓPIA OFICIAL

PARA EFEITO DE REIVINDICAÇÃO DE PRIORIDADE

O documento anexo é a cópia fiel de um
Pedido de Patente de invenção
Regularmente depositado no Instituto
Nacional da Propriedade Industrial, sob
Número PI 0300010-9 de 08/01/2003.

Rio de Janeiro, 09 de Fevereiro de 2004.


GLORIA REGINA COSTA
Chefe do NUCAD
Mat. 00449119



BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

P 10300010

9 JAN 15 5 4 53 000211

Protocolo

Número (21)

DEPÓSITO

Pedido de Patente ou de
Certificado de Adição



PI0300010-9

depósito / /

data de depósito

Ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial:

O requerente solicita a concessão de uma patente na natureza e nas condições abaixo indicadas:

1. Depositante (71):

1.1 Nome: EMPRESA BRASILEIRA DE COMPRESSORES S.A. - EMBRACO

1.2 Qualificação: SOCIEDADE BRASILEIRA 1.3 CGC/CPF: 84.720.630/0001-20

1.4 Endereço completo: RUA RUI BARBOSA, 1020, 89219-901 - JOINVILLE - SC, BR-
BRASIL

1.5 Telefone:

FAX:

☐ continua em folha anexa

2. Natureza:

☒ 2.1 Invenção

☐ 2.1.1. Certificado de Adição

☐ 2.2 Modelo de Utilidade

Escreva, obrigatoriamente e por extenso, a Natureza desejada: **Patente de Invenção**

3. Título da Invenção, do Modelo de Utilidade ou do Certificado de Adição (54):

"SISTEMA DE CONTROLE DE UM COMPRESSOR LINEAR, MÉTODO DE
CONTROLE DE UM COMPRESSOR LINEAR, COMPRESSOR LINEAR E SISTEMA
DE REFRIGERAÇÃO"

☐ continua em folha anexa

4. Pedido de Divisão do pedido nº

, de

5. Prioridade Interna - O depositante reivindica a seguinte prioridade:

Nº de depósito

Data de Depósito

(66)

6. Prioridade - o depositante reivindica a(s) seguinte(s) prioridade(s):

| País ou organização de origem | Número do depósito | Data do depósito |
|-------------------------------|--------------------|------------------|
| | | |
| | | |
| | | |

☐ continua em folha anexa

P119772 (asg)

Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira, Agente de Propriedade Industrial, matrícula nº 192

Formulário 1.01 - Depósito de Pedido de Patente ou de Certificado de Adição (folha 1/3)

7. Inventor (72):

☐ Assinale aqui se () mesmo(s) requer(em) a não divulgação de seu(s) (s)
(art. 6º § 4º da LPI e item 1.1 do Ato Normativo nº 127/97)

7.1 Nome: **PAULO SERGIO DAINEZ**CPF: **599.019.269-04**7.2 Qualificação: **BRASILEIRA**7.3 Endereço: **RUA RUI BARBOSA, 1431, APTO 302, BLOCO 1, JOINVILLE, SC**

7.4 CEP:

7.5 Telefone:

☒ continua em folha anexa**8. Declaração na forma do item 3.2 do Ato Normativo nº 127/97:**☐ continua em folha anexa**9. Declaração de divulgação anterior não prejudicial (Período de graça):**
(art. 12 da LPI e item 2 do Ato Normativo nº 127/97):☐ continua em folha anexa**10. Procurador (74):**10.1 Nome e CPF/CGC: **DANNEMANN, SIEMSEN, BIGLER & IPANEMA MOREIRA**
33.163.049/0001-1410.2 Endereço: **Rua Marquês de Olinda, 70**
Rio de Janeiro10.3 CEP: **22251-040** 10.4 Telefone: **(0xx21) 2553 1811****11. Documentos anexados (assinale e indique também o número de folhas):**
(Deverá ser indicado o nº total de somente uma das vias de cada documento)

| | | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|--------|-------------------------------------|---------------------------|---------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11.1 Guia de recolhimento | 1 fls. | <input checked="" type="checkbox"/> | 11.5 Relatório descritivo | 18 fls. |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11.2 Procuração | 1 fls. | <input checked="" type="checkbox"/> | 11.6 Reivindicações | 4 fls. |
| <input type="checkbox"/> | 11.3 Documentos de prioridade | fls. | <input checked="" type="checkbox"/> | 11.7 Desenhos | 7 fls. |
| <input type="checkbox"/> | 11.4 Doc. de contrato de Trabalho | fls. | <input checked="" type="checkbox"/> | 11.8 Resumo | 1 fls. |
| <input type="checkbox"/> | 11.9 Outros (especificar): | | | | fls. |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 11.10 Total de folhas anexadas: | | | | 32 fls. |

12. Declaro, sob penas da Lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras

Rio de Janeiro 08/01/2003

Local e Data

Assinatura e Carimbo

Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

P119772 (asg)

ANEXO**7. Inventor (72): Continuação...**

7.1 Nome: DIETMAR ERICH BERNHARD LILIE
CPF: 383.767.099-68

7.2 Qualificação: BRASILEIRA

7.3 Endereço: RUA ORESTES GUIMARAES 904, JOINVILLE, SC

7.4 CEP:

7.5 Telefone:

P119772 (asg)



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DE CONTROLE DE UM COMPRESSOR LINEAR, MÉTODO DE CONTROLE DE UM COMPRESSOR LINEAR, COMPRESSOR LINEAR E SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO**".

5 A presente invenção refere-se a um sistema de controle de movimento de um pistão em um compressor linear, a um método de controle de um pistão em um compressor linear, bem como a um compressor linear, particularmente aplicáveis em sistemas de refrigeração que podem incluir por exemplo refrigeradores, sistemas de ar condicionado e afins.

69

10 Descrição do Estado da Técnica

Conforme é conhecido da técnica, um compressor linear é normalmente inserido em um ambiente de baixa pressão onde um gás, à baixa pressão, é aspirado pelo compressor que o comprime e o libera em um ambiente de alta pressão associado a um circuito de refrigeração, estando o ambiente de baixa pressão e o ambiente de alta pressão hermeticamente isolados entre si.

O mecanismo de compressão do gás se dá pelo movimento axial de um pistão no interior de um cilindro, sendo que em um cabeçote ficam posicionadas válvulas de sucção e de descarga, as quais regulam a entrada e saída de gás no cilindro. O pistão é acionado por um atuador, o qual é formado por um suporte e um ímã, sendo este acionado por uma mola helicoidal formando um conjunto ressonante do compressor.

O conjunto ressonante, acionado pelo motor linear, tem a função de desenvolver um movimento alternativo linear, fazendo com que o movimento do pistão no interior do cilindro exerça uma ação de compressão do gás admitido pela válvula de sucção, até o ponto em que ele pode ser descarregado para o lado de alta pressão, através da válvula de descarga.

A amplitude de operação do compressor linear é regulada com o equilíbrio da potência gerada pelo motor e a potência consumida pelo mecanismo na compressão do gás acrescido das demais perdas. Para extrair a máxima capacidade de bombeamento do compressor é necessário aproximar o pistão o máximo possível da placa de válvulas, mas evitando o im-

pacto do mesmo. Para que isto seja possível, a amplitude de operação deve ser conhecida com precisão, quanto maior o erro estimado maior terá que ser a distância de segurança para evitar a colisão do pistão com a placa de válvulas. A colisão do pistão gera ruído e pode danificar o compressor dependendo das soluções construtivas que este empregar.

Além da precisão na estimativa da posição do pistão, a estabilidade de operação é igualmente importante. Se a amplitude de operação variar com o tempo, a proximidade do pistão com a placa de válvulas também será prejudicada, ou o pistão poderá colidir.

Uma outra característica do mecanismo linear é a possibilidade de variar sua capacidade de bombeamento. Reduzindo a potência do motor, a amplitude de operação reduz, e por sua vez também a capacidade de bombeamento.

Uma das técnicas anteriores onde foi prevista a necessidade de evitar o choque do pistão com a placa de válvulas é revelada no documento WO 01/54253. De acordo com os ensinamentos deste documento, é previsto um sistema bem como um método aplicável a um compressor linear, de acordo com o qual é prevista a medição de uma primeira onda quadrada obtida através da integração da corrente aplicada ao motor e uma segunda onda quadrada obtida a partir da tensão aplicada ao motor. Com base nessas medições, o controle do movimento do pistão é realizado através de um TRIAC avaliando-se a diferença entre as fases da primeira onda quadrada e a segunda onda quadrada. Com isso, o pistão do compressor opera em posição mais próxima da placa de válvulas.

Apesar de minorar as chances de impacto do pistão com a placa de válvulas, o objeto do documento WO 01/54253 não aborda os problemas decorrentes de eventuais desequilíbrios relacionados à própria estabilidade do sistema como um todo e, com isso, pode o sistema operar em condições não ideais em termos de estabilidade.

Ademais, um outro inconveniente decorrente da construção proposta no documento WO 01/54253, está no fato de se monitorar a fase através de ondas quadradas. Tal abordagem resulta que, para obter-se a dife-

rença entre as fases, será necessário o emprego de circuitos eletrônicos ou programas de computador que façam a integração da corrente, que gerem as primeira e segunda ondas quadradas ali descritas, e que calculem a diferença de fase entre a primeira onda e a segunda onda quadrada. Tal construção, e o processo dali decorrente, apresentam, no entanto, elevado custo de fabricação além de menor confiabilidade por necessitar circuitos para realizar estas conversões o que, por conta do elevado número de componentes envolvidos, reduz a confiabilidade do sistema, visto que cada componente eletrônico adicionado, representa uma probabilidade maior de falha. A opção de se implementar dispositivo descrito no documento através de um programa de computador, também resulta em elevado custo já que, neste caso, com a abordagem usada, será necessário um microcontrolador excessivamente sofisticado e, portanto, de elevado custo.

Uma outra técnica anterior relacionada à presente invenção é descrita no documento US 5.342.176. De acordo com os ensinamentos dessa técnica anterior, é previsto um método e um aparelho para medir a posição de um pistão em um compressor, a partir dos quais se mede a tensão e a corrente aplicadas ao motor do compressor de modo a controlar o movimento do pistão. Uma das desvantagens da invenção descrita neste documento é o fato de que a abordagem exige um cálculo especificamente atrelado ao deslocamento de pistão, não levando em consideração, por exemplo as mudanças de temperatura no refrigerador, o que pode levar a erros de resolução do sistema.

Sumário e Objetivos da Invenção

São objetivos da presente invenção proporcionar um sistema de controle de movimento de um pistão em um compressor linear, e um método de controle de um pistão que evitem o choque do pistão à placa de válvulas e que ainda tenham a precisão necessária para que o sistema seja eficiente.

Um parâmetro variado para controlar a amplitude do compressor pode ser tensão de alimentação do motor elétrico. Da tensão de alimentação do motor, até obter-se a amplitude desejada existem várias impedâncias acopladas, como: a resistência elétrica do motor, a indutância do motor, ca-

pacitância se um capacitor for usado, a força-contr-eleto-motriz, as impedâncias do sistema ressonante (massa/mola) e o trabalho de compressão com suas perdas inerentes. A impedância deste sistema depende da respectiva freqüência de acionamento, ou seja, a freqüência da tensão aplicada no motor. A uma certa freqüência o rendimento deste sistema é ótimo, isto ocorre quando o sistema mecânico entra em ressonância, nesta freqüência o desempenho do compressor linear é máximo.

A freqüência de ressonância do mecanismo não é perfeitamente fixa já que o gás ao ser comprimido tem um efeito mecânico semelhante a uma mola que pode ser designada como "mola gás". A "mola gás" é afetada principalmente por dois fatores:

- (i) a distância pistão/placa de válvulas; e
- (ii) as pressões que o compressor opera ou pressão de operação.

A distância pistão/placa ou fator de aproximação é alterada quando o curso do pistão é reduzido, gerando um aumento da mola gás e da ressonância do mecanismo (este efeito é o mais relevante para a estabilidade de operação do mecanismo).

Num sistema de refrigeração estes dois fatores - o fator de aproximação e a pressão de operação - alteram substancialmente, sendo que a pressão de operação varia do instante que o sistema é ligado até atingir o regime de operação enquanto que o regime de operação é afetado pela temperatura ambiente e a temperatura interna do refrigerador, sendo a distância pistão/placa alterada quando o sistema necessita mais ou menos capacidade de refrigeração decorrendo em curso maior ou menor e tensão aplicada ao motor para que este opere adequadamente.

Destá forma a freqüência de ressonância do sistema mecânico varia devido aos vários fatores citados.

Para abordar tais problemas de maneira eficiente, seria recomendável um dispositivo eletrônico que poderia variar a freqüência da tensão aplicada no motor, de forma a sempre manter o mecanismo na ressonância. Ocorre que um dispositivo eletrônico desta natureza no atual estado

da técnica não é eficiente e seu custo é consideravelmente elevado. Por este motivo o sistema de controle de movimento de pistão em um compressor linear assim como o respectivo método de controle do compressor em si objetivos da presente invenção visam o controle da tensão, evitando assim os elevados custos de se controlar a frequência de oscilação da tensão.

Um dos problemas decorrentes dessa abordagem está no fato de que existem várias impedâncias conectadas entre a tensão aplicada no motor até o mecanismo do compressor linear, um exemplo do efeito destas impedâncias resulta nas seguintes situações:

Para casos onde a frequência de ressonância variar para valores maiores, isto é, nos casos onde a frequência de ressonância for maior que a frequência de alimentação do motor (esta última é sempre constante), será necessário que a tensão de alimentação do motor seja aumentada para manter o pistão com a mesma amplitude daquela disponível na frequência de ressonância.

Partindo de um outro ponto de vista, quando a frequência de ressonância diminuir, isto é, a frequência de ressonância for também maior que a frequência de alimentação mas a amplitude de operação do pistão diminuir, a frequência de ressonância aumentará e, desta forma, ocorrerão situações onde para manter o pistão a uma amplitude menor, a tensão aplicada no motor deverá ser maior. Este comportamento gera instabilidade no controle, podendo tornar o mecanismo incontrolável.

Os objetivos da presente invenção são um sistema de controle de um compressor linear, um método de controle de um compressor linear, um compressor linear bem como um sistema de refrigeração, onde o pistão é controlado de modo que a tensão aplicada ao motor seja constantemente corrigida em função das características de operação do compressor, por exemplo, por conta do efeito "mola gás", e para que a tensão seja a necessária para manter o pistão sempre em movimento estável independentemente das condições do sistema.

Como decorrência do objetivo acima, é ainda objetivo da presente invenção um sistema de controle de um compressor linear, um método

(13)

de controle de um compressor linear, um compressor linear bem como um sistema de refrigeração onde o compressor que opera em qualquer amplitude de forma estável independentemente de estar sintonizado ou não, podendo-se, com isso, corrigir a tensão aplicada ao motor independentemente da fase e mesmo assim manter o sistema estável.

Ao mesmo tempo, o sistema de controle de um compressor linear, o método de controle de um compressor linear, o compressor linear bem como o sistema de refrigeração, deverão proporcionar uma construção que é de simples implementação, com um número reduzido de componentes eletrônicos e que, além disso, ainda possibilite uma construção com um microprocessador ou microcontrolador de baixo custo.

Os objetivos da presente invenção são alcançados através de um sistema de controle de um compressor linear, o compressor linear compreendendo um conjunto móvel, um motor alimentado por uma tensão de aplicação gerando uma corrente circulante no motor, um dispositivo eletrônico de chaveamento, e um circuito eletrônico controlando o dispositivo eletrônico de chaveamento para controlar a tensão de aplicação aplicada ao motor, e o motor acionando o conjunto móvel, o circuito eletrônico medindo uma fase de acionamento da corrente circulante no motor e uma fase dinâmica do conjunto móvel e estabelecendo uma relação entre a fase de acionamento e a fase dinâmica determinando uma fase medida, o circuito eletrônico obtendo um valor de uma tensão de correção a partir do valor da fase medida, o circuito eletrônico obtendo um valor de uma tensão definida a partir de uma posição física do conjunto móvel, circuito eletrônico atuando no valor da tensão de aplicação a partir da soma da tensão de correção e a tensão definida, sendo a fase dinâmica obtida a partir de uma velocidade de deslocamento do conjunto móvel, ou a partir da comparação do valor da medição da posição física do conjunto móvel com uma posição física definida previamente estabelecida.

Os objetivos são ainda alcançados através de um método de controle de um compressor linear, o compressor linear compreendendo um conjunto móvel, um motor alimentado por uma tensão alternada gerando

(14)

uma corrente circulante, o método compreendendo etapas de medir uma fase de acionamento da corrente circulante no motor, medir uma fase dinâmica do conjunto móvel, estabelecer uma relação entre a fase de acionamento e a fase dinâmica determinando uma fase medida, estabelecer uma relação entre a fase medida e uma posição física do conjunto móvel determinando uma posição preferível do conjunto móvel, estabelecer uma relação entre a fase medida e a posição preferível obtendo uma tensão de aplicação, alterar o valor da tensão de maneira proporcional ao valor da tensão de aplicação obtida.

Os objetivos da presente invenção são ainda alcançados através de um compressor linear compreendendo: um conjunto móvel posicionado no interior de uma câmara de pressurização e sendo operariamente associado a uma mola, o conjunto móvel movendo-se axialmente dentro da câmara de pressurização, um motor alimentado por uma tensão gerando uma corrente circulante no motor, um dispositivo eletrônico de chaveamento, e um circuito eletrônico controlando o dispositivo eletrônico de chaveamento para controlar a tensão aplicada ao motor, e o motor acionando o conjunto móvel, o circuito de controle medindo uma fase de acionamento da corrente circulante no motor e uma fase dinâmica do conjunto móvel e estabelecendo uma relação entre a fase de acionamento e a fase dinâmica determinando uma fase medida, o circuito de controle alterando o valor da tensão aplicada ao motor de maneira proporcional ao valor da fase medida.

Ainda os objetivos da presente invenção são alcançados através de um sistema de refrigeração compreendendo compressor linear compreendendo: um conjunto móvel posicionado no interior de uma câmara de pressurização e sendo operariamente associado a uma mola, o conjunto móvel movendo-se axialmente dentro da câmara de pressurização, um motor alimentado por uma tensão gerando uma corrente circulante no motor, um dispositivo eletrônico de chaveamento, e um circuito eletrônico controlando o dispositivo eletrônico de chaveamento para controlar a tensão aplicada ao motor, e o motor acionando o conjunto móvel, o circuito de controle medindo uma fase de acionamento da corrente circulante no motor e uma

(15)

fase dinâmica do conjunto móvel e estabelecendo uma relação entre a fase de acionamento e a fase dinâmica determinando uma fase medida, o circuito de controle alterando o valor da tensão aplicada ao motor de maneira proporcional ao valor da fase medida.

5 Descrição Resumida dos Desenhos

A presente invenção será, a seguir, mais detalhadamente descrita com base em um exemplo de execução representado nos desenhos. As figuras mostram:

Figura 1 - é uma vista esquemática em corte de um compressor linear onde podem ser aplicados os ensinamentos da presente invenção;

Figura 2 - mostra um gráfico indicando no eixo horizontal a frequência relativa à frequência de ressonância (f/f_0), que representa o quão distante o pistão do compressor está operando da frequência de ressonância, e no eixo vertical a tensão necessária para que o mecanismo opere em amplitude constante;

Figura 3 - mostra um gráfico da relação entre as fases conforme ilustrado na figura 2 bem como a relação destas com a tensão;

Figura 4a - mostra um gráfico ilustrando a relação entre as fases e a tensão para manter o mecanismo a uma mesma amplitude de operação em um exemplo onde a fase estiver adiantada em 40 graus;

Figura 4b - mostra um gráfico ilustrando a relação entre as fases e a tensão para manter o mecanismo a uma mesma amplitude de operação em um exemplo onde a fase estiver atrasada em 40 graus;

Figura 5 - mostra um gráfico ilustrando o comportamento entre fase e a tensão para alteração da tensão de aplicação e ilustrando o valor da tensão definida;

Figura 6 - mostra um gráfico ilustrando o comportamento entre fase e a tensão de correção;

Figura 7 - mostra um exemplo de medição feita em um compressor linear;

Figura 8 - mostra um diagrama de bloco de um sistema de refrigeração de acordo com os ensinamentos da presente invenção; e

Figura 9 - mostra um diagrama de bloco de um sistema de refrigeração de acordo com os ensinamentos da presente invenção ilustrando os efeitos do controle da tensão no motor.

Descrição Detalhada das Figuras

5 Conforme pode ser visto da figura 1, o compressor linear 10 é inserido em um ambiente de baixa pressão 11 onde o gás à baixa pressão é aspirado pelo compressor linear 10 que o comprime e o libera em um ambiente de alta pressão 11'. Conforme já descrito, um compressor linear 10 compreende basicamente um pistão 1 ou conjunto móvel 1 posicionado no interior de um cilindro ou câmara de pressurização 2 e movendo-se axialmente dentro desta última, tal conjunto móvel 1 movendo-se em direção a um cabeçote 3.

15 No cabeçote 3, localizam-se válvulas de sucção 3a e de descarga 3b, as quais regulam a entrada e saída de gás no cilindro 2, sendo o conjunto móvel 1 acionado por um atuador ou motor 1', que compreende um suporte 4 e um ímã 5. O conjunto móvel 1 é ainda associado a uma mola helicoidal 7 formando um conjunto ressonante do compressor linear 10.

20 O mecanismo de compressão do gás, conforme já descrito acima, se dá pelo movimento axial do conjunto móvel 1 no interior do cilindro 2 que se move ora em direção ao cabeçote 3, ora em direção oposta configurando assim uma amplitude de deslocamento.

25 Visando a solução dos problemas de estabilidade mencionados acima, é prevista de acordo com os ensinamentos da presente invenção, uma solução que aborda o problema monitorando a corrente aplicada ao motor 1' para, com isso, evitar choques do conjunto móvel 1 no cabeçote 3 onde fica localizada a placa de válvulas 3'.

30 É sabido que a corrente aplicada ao motor 1' está em fase com a velocidade do conjunto móvel 1 quando o mecanismo está operando na ressonância. Contudo é necessário considerar que a fase ϕ varia à medida que se afasta da ressonância (vide figura 3).

As figuras 2 e 3 ilustram o comportamento de um sistema de refrigeração onde a frequência varia. Assim, por conta das impedâncias co-

(11')

nectadas entre a tensão aplicada no motor 1' até o conjunto móvel 1 do compressor linear 10, a frequência de ressonância f_0 tem o comportamento ilustrado na figura 2. Conforme pode ser visto, se houver uma variação da frequência de ressonância f_0 para valores maiores, sabendo que a frequência f que alimenta o motor 1' fica constante, a região correspondente no gráfico está à direita da frequência de ressonância f_0 (à direita do ponto $f/f_0=1$), significando que a tensão necessária para manter o conjunto móvel 1 na mesma amplitude de deslocamento deverá ser aumentada.

Ainda, conforme pode ser visto da figura 2, quando frequência de ressonância f_0 diminuir, a região correspondente também está situada à direita da frequência de ressonância f_0 (à direita de $f/f_0=1$). Nesse caso, de maneira análoga àquela comentada acima, quando a amplitude de operação do conjunto móvel 1 diminuir, a frequência de ressonância aumenta e, desta forma ocorrem situações onde para manter o conjunto móvel 1 a uma amplitude de deslocamento menor, a tensão aplicada no motor 1' deverá ser maior, gerando a instabilidade no controle, podendo tornar o mecanismo incontrolável e podendo ocorrer impactos do conjunto móvel 1 no cabeçote 3.

Com base nas informações acima, pode-se estabelecer uma correção da tensão com a fase ϕ (vide figura 4) de forma que um algoritmo de controle não perceba o comportamento do gráfico ilustrado na figura 2 ou, em outras palavras, mesmo que o compressor linear 10 opere fora de fase, a amplitude de movimentação do conjunto móvel 1 permaneça constante através do controle do nível de tensão aplicado ao motor 1'.

Ainda, com relação às figuras 3, 4a e 4b, pode-se notar que o gráfico ilustrado na figura 3, mostra a fase e a tensão no mesmo gráfico, onde se pode ver que, quando a fase ϕ é zero, o mecanismo está sintonizado. Já no gráfico ilustrado nas figuras 4a e 4b, pode-se ver no eixo horizontal a fase em questão e no eixo vertical a tensão para manter o mecanismo a uma mesma amplitude de operação, informação usada pelo algoritmo de controle.

Matematicamente o comentado acima fica:

$$' = - (\phi)$$

Onde:

V é uma tensão aplicada no motor;

V' é uma tensão corrigida usada pela algoritmo de controle;

$C(\phi)$ é a correção da tensão em função da fase, por exemplo
5 $\times \phi$, onde K é uma constante proporcional que multiplica a fase; e

ϕ é a fase entre corrente e velocidade do conjunto móvel, que também pode ser obtida medindo-se a distância entre o zero da corrente e o instante do deslocamento máximo do conjunto móvel.

Como é sabido, o valor da força do motor é proporcional à corrente, de modo que para facilitar o sistema, é mais recomendável medir a
10 corrente diretamente para se obter o valor da fase de acionamento ϕ_c .

Com relação ao valor da fase dinâmica ϕ_p , pode-se obtê-la através da medição diretamente de um ponto de deslocamento do conjunto móvel 1, mas pode-se obter tal valor lendo-se a velocidade do conjunto móvel 1, bastando se integrar esse valor para chegar à grandeza de posição novamente, visto que a velocidade e o deslocamento do conjunto móvel 1 que
15 estão a 90° entre si.

Conforme pode ser visto da figura 8, o objeto da presente invenção pode ser concretizado por um sistema de controle de um compressor linear 10 compreendendo os blocos ali ilustrados, tal sistema de controle podendo ser aplicado a um sistema de refrigeração, por exemplo. Este diagrama é formado por três blocos que representam o bloco controle 50 do sistema de controle de um compressor linear 10, bloco compressor 54 e o bloco refrigeração 56.
20

25 O bloco controle 50 compreende:

- um circuito eletrônico 51 que pode incluir um microprocessador e seus periféricos (não-mostrados), e

- um TRIAC ou dispositivo eletrônico de chaveamento 52.

Tais dispositivos podem evidentemente ser substituídos por outros equivalentes desde que atendam às necessidades do objeto da presente invenção. Assim, em lugar de um microprocessador, pode-se usar um microcontrolador ou ainda usar componentes discretos, enquanto que o
30

19

TRIAC pode ser substituído por outro dispositivo equivalente.

O bloco compressor 54, por sua vez, compreende:

- o compressor linear 10 propriamente dito e
- um sensor de deslocamento 55 de qualquer tipo. Alguns tipos

5 de sensores aplicáveis nesse caso podem incluir sensores indutivos, de contato, sensores por acelerômetro ou qualquer outro tipo equivalente, todos estes devendo ter a capacidade de monitorar o posicionamento do conjunto móvel 1 dentro do cilindro 2.

O bloco refrigeração 56 compreende:

10 - o sistema de refrigeração 57 em si incluindo todo o circuito de refrigeração (não-mostrado);

- um sensor de temperatura 58 necessário para controlar a temperatura do ambiente a ser refrigerado, por exemplo, dentro de um refrigerador ou dentro de um ambiente/sala submetido(a) a um sistema de refrigeração, e

- um termostato eletrônico 59.

Especificamente, o diagrama de blocos mostra que o bloco controle 50 recebe o sinal da tensão de alimentação que tem seu valor controlado pelo conjunto formado pelo circuito eletrônico 51 associado ao dispositivo eletrônico de chaveamento 52. Da entrada do dispositivo eletrônico de chaveamento 52 é medido um sinal zero da tensão acima ou sobretensão ZT que é alimentado ao circuito eletrônico 51 sendo ainda medido o sinal zero da corrente que percorre o circuito ou corrente circulante ZC na saída do dispositivo eletrônico de chaveamento 52. O circuito eletrônico 51 também é alimentado pelo sinal do deslocamento do conjunto móvel ou posição física DP do conjunto móvel 1 e o sinal gerado pelo termostato eletrônico 59.

Conforme pode ser visto da figura 9, o algoritmo aplicado ao sistema de controle, método de controle bem como ao compressor linear e sistema de refrigeração objetos da presente invenção, é controlado pelo circuito eletrônico 51 que recebe os sinais indicados acima.

Assim, de acordo com essa concretização preferencial, os sinais de nível zero de tensão ZT da tensão aplicada ao motor 1' e nível zero de

20

corrente ZC da corrente circulante no motor 1', bem como do deslocamento do conjunto móvel DP são interpretados de modo a se obter:

- a fase da corrente em função a uma dada referência ou, em outras palavras, a fase de acionamento ϕ_c , e

5 a fase do ponto de máximo ou, em outras palavras, a fase dinâmica ϕ_p do deslocamento do conjunto móvel 1, ou a menor distância entre conjunto móvel 1 e o cabeçote 3, em função a mesma referência da fase da corrente em função a uma dada referência. Subtraindo-se esses valores através da equação:

$$\phi_{pc} = \phi_p - \phi_c$$

10 obtém-se o valor da fase medida ϕ_{pc} entre o zero da corrente ZC e o ponto de máximo do movimento DP_{MAX} ou posição preferível DP_{MAX} do conjunto móvel 1 e, tendo em vista que o valor da tensão de correção V_F gerado a partir da medição da fase, é função do valor da fase medida ϕ_{pc} entre o zero da corrente e o ponto de máximo do movimento do conjunto móvel DP_{MAX} ,
15 fica estabelecida essa relação.

Uma das formas de se obter o valor da tensão de correção de acordo com os ensinamentos acima, pode ser através de um algoritmo clássico de controle em malha fechada como um PID por exemplo. A função pode ser obtida diretamente.

20 Ainda com relação à medição do valor da fase medida ϕ_{pc} , uma forma possível de se obter tal grandeza é realizada medindo-se do instante da extinção da corrente, até a medição do instante de disparo do dispositivo eletrônico de chaveamento 52, calcula-se um primeiro instante médio destes pontos. Além disso, mede-se o instante em que o conjunto móvel 1 ultrapassou o ponto máximo do movimento DP_{MAX} e o instante onde o pistão voltou para um ponto mais distante do cabeçote 3 do que o ponto máximo do movimento DP_{MAX} calculando-se um segundo instante médio destes valores.
25 A partir do valor do primeiro instante médio e o segundo instante médio, obtém-se uma diferença de tempo ΔT que é proporcional à fase entre o zero da corrente e o ponto máximo do movimento DP_{MAX} . Se a diferença de tempo
30 ΔT pelo período de um ciclo da frequência de acionamento do compressor

(21)

linear for multiplicada por 360, tem-se a fase em graus. Porém, sabendo-se que a diferença de tempo ΔT é proporcional à fase medida ϕ_{pc} , pode-se dispensar o cálculo a partir da frequência, e, com isso, minorar as complicações do sistema.

5 Conforme descrito acima, a fase de acionamento ϕ_p pode ser obtida diretamente da corrente, mas pode ser obtida também a partir de outros parâmetros, como, por exemplo, a partir da velocidade do conjunto móvel 1.

10 Com base no valor do sinal de posição física DP alimentado ao circuito eletrônico 51 e o valor de referência lido pelo termostato eletrônico 59, pode-se estabelecer os valores de deslocamento máximo do conjunto móvel DP_{MAX} e do deslocamento de referência DP_{REF} (deslocamento que se pretende atingir uma posição física definida) e, subtraindo-se tais valores através da equação:

$$P = R -$$

15 obtém-se o valor do erro E_{DP} entre deslocamento de referência DP_{REF} e o deslocamento máximo do conjunto móvel DP_{MAX} .

A partir desse resultado, é possível obter o valor da tensão definida V_P estabelecida pelo algoritmo de controle já que o valor desta é função do valor do erro E_{DP} .

20 Partindo-se dos valores da tensão de correção gerada pela fase e do valor da tensão definida V_P pelo algoritmo de controle aplica-se a equação:

$$V_T = V_P + V_F$$

25 obtendo-se o valor da tensão aplicada no motor 1' ou tensão de aplicação V_T . Tal valor de tensão de aplicação V_T deverá ser regulado pelo ângulo de disparo do dispositivo eletrônico de chaveamento 52 controlado pelo circuito eletrônico 51.

30 O valor/sinal DP_{REF} é uma informação recebida de um sistema externo como, por exemplo, proveniente de um sistema de refrigeração, sendo o valor/sinal tratado pelo sistema da presente invenção transformado em um nível DC.

O sinal DP é o gerado por um transdutor ou sensor de deslocamento 55 qualquer aplicado para medir o final de curso do conjunto móvel 1, podendo ser, o transdutor um sensor indutivo por exemplo. Como é sabido, o sinal gerado por um sensor do tipo indutivo é inversamente proporcional à distância do conjunto móvel 1 com relação ao cabeçote 3. O valor de pico máximo deste sinal medido pelo sensor indutivo será neste exemplo DP_{MAX} , sendo $DP_{REF} - DP_{MAX}$ o erro do algoritmo de controle.

A figura 7 ilustra um exemplo de medição feita em um compressor linear 10 onde se pode ver o sinal DP gerado por um sensor indutivo com seu correspondente condicionador de sinal. A cada aproximação do conjunto móvel 1 com a placa de válvulas 3' o sensor gera uma tensão inversamente proporcional a esta distância. Os valores máximos de aproximadamente 1.8V vistos no gráfico correspondem à máxima aproximação do conjunto móvel, que é o valor DP_{MAX} .

Ainda com relação às figuras 4a e 4b, pode-se notar em um exemplo de construção, que o conjunto móvel 1 estará operando sem defasagem quando a tensão de aplicação V_T for igual a 110V. Considerando, como exemplo, um ponto onde a fase ϕ da corrente circulante no motor 1' está adiantada em 40 graus com relação à velocidade do conjunto móvel 1 (vide figura 4a), a tensão de aplicação V_T será de aproximadamente 80V e deverá ser elevada para que o conjunto móvel 1 continue operando de maneira estável, isto é, independentemente da fase, o conjunto móvel 1 irá operar sem risco de impacto do mesmo com o cabeçote 3. Ademais, como pode ser visto, dessa forma o sistema pode continuar operando fora de fase sem que isso interfira com o bom funcionamento do compressor e do sistema de refrigeração onde este é utilizado.

Pode-se observar que o circuito eletrônico 51 deverá, por intermédio do dispositivo eletrônico de chaveamento 52, subtrair da tensão definida V_P (neste caso igual a 110V), o valor da tensão de correção V_F (nesse caso igual a 30V) para que o motor 1' seja alimentado com a tensão de aplicação V_T de 80 V. Com isso, o sistema de controle de um compressor linear irá manter o sistema operando equilibradamente impedindo a colisão do

conjunto móvel 1 com o cabeçote 3 e assim evitar danos ao compressor.

A figura 4b ilustra uma situação onde a fase ϕ da corrente circulante no motor 1' está atrasada em 40 graus com relação à velocidade do conjunto móvel 1. Para corrigir tal problema, a tensão definida V_P (tendo no exemplo um valor de 110V), deverá ter a ela somado o valor da tensão de correção V_F (neste caso os 40 V restantes) para que a tensão de aplicação seja de 150V conforme ilustrado no gráfico. A partir dessa soma, o conjunto móvel 1 irá continuar a operar equilibradamente.

O valor da tensão de correção V_F pode ser obtido diretamente através de uma tabela de valores gravada no circuito de controle 51 ou ainda através de um fator multiplicador dos valores medidos por uma constante K , como no exemplo citado acima. A figura 6 ilustra um gráfico onde pode ser visto, através de um exemplo, a tensão de correção V_F necessária para cada fase para que o sistema opere em equilíbrio. Pode-se notar que a linha da tensão V_T varia de acordo com a fase medida ϕ_{pc} para, com isso, manter o movimento do conjunto móvel 1 dentro das condições esperadas, independentemente da defasagem entre a fase de acionamento ϕ_c e a fase dinâmica ϕ_p do conjunto móvel 1 e, por consequência, o efeito "mola gás".

As vantagens do objeto da presente invenção resultam que é possível operar o compressor linear 10 com maior estabilidade, permitindo uma aproximação maior do conjunto móvel ao cabeçote 3, sendo possível extrair uma maior capacidade de bombeamento de um dado compressor e sendo possível operar o compressor linear 10 em situações onde um algoritmo clássico não funciona. Além disso, o sistema objeto da presente invenção evita o uso de microprocessadores ou microcontroladores de elevado custo, visto que o algoritmo empregado não envolve elevado número de rotinas quando comparado aos sistemas do estado da técnica, resultando a presente invenção ainda em um número diminuto de componentes o que eleva a confiabilidade do sistema.

Ainda de acordo com os ensinamentos da presente invenção, e conforme pode ser acompanhado através da figura 9, para implementar o uso do sistema de controle de compressor linear, deve-se estabelecer as

seguintes etapas que são decorrentes do uso do sistema em si e que são aplicáveis também ao compressor e refrigerador objetos da presente invenção:

- 5 - obter o nível zero de corrente ZC da corrente circulante no motor 1',
 - medir a fase de acionamento ϕ_c da corrente circulante no motor 1',
 - obter a fase nível zero de tensão ZT da tensão de aplicação V_T aplicada ao motor 1',
 - 10 - medir a fase dinâmica ϕ_p do conjunto móvel 1,
 - estabelecer a relação entre a fase de acionamento ϕ_c e a fase dinâmica ϕ_p determinando uma fase medida ϕ_{pc} , sendo a relação estabelecida subtraindo-se o valor da fase dinâmica ϕ_p do valor da fase de acionamento ϕ_c ;
 - 15 - estabelecer uma relação entre a fase medida ϕ_{pc} e a posição física DP do conjunto móvel 1 determinando a posição preferível DP_{MAX} do conjunto móvel 1,
 - comparar o valor da posição preferível DP_{MAX} e a posição física definida DP_{REF} previamente estabelecida para obter um valor de uma tensão definida V_P ,
 - 20 - alterar o valor da tensão de aplicação V_T de maneira proporcional ao valor da tensão de aplicação V_T obtida, através da soma dos valores da tensão definida V_P e da tensão de correção V_F .
- Ainda de acordo com os ensinamentos da presente invenção,
- 25 pode-se prever um compressor linear tendo as características construtivas já descritas, e sendo provido com o circuito de controle 51 medindo fase de acionamento ϕ_c da corrente circulante no motor 1' e uma fase dinâmica ϕ_p do conjunto móvel 1 para estabelecer uma relação entre a fase de acionamento ϕ_c e a fase dinâmica ϕ_p determinando uma fase medida ϕ_{pc} , o circuito de controle 51 alterando o valor da tensão de aplicação V_T aplicada ao motor 1' de maneira proporcional ao valor da fase medida ϕ_{pc} , sendo tam-
 - 30 bém um sistema de refrigeração tendo um compressor linear e, nesses ca-

sos, é possível construir um sistema de refrigeração tendo maior eficiência e ao mesmo tempo baixo custo quando comparados aos sistemas do estado da técnica.

5 Tendo sido descritos exemplos de concretização preferidos, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão somente pelo teor das reivindicações apenas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

(26)

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de controle de um compressor linear (10), o compressor linear (10) compreendendo:

um conjunto móvel (1),

um motor (1') alimentado por uma tensão de aplicação (V_T), um dispositivo eletrônico de chaveamento (52), e

um circuito eletrônico (51) controlando o dispositivo eletrônico de chaveamento (52) para controlar a tensão de aplicação (V_T) aplicada ao motor (1'), e o motor (1') acionando o conjunto móvel (1),

sistema sendo caracterizado pelo fato de que:

circuito eletrônico (51) mede uma fase de acionamento (ϕ_c) da corrente circulante no motor (1') e uma fase dinâmica (ϕ_p) do conjunto móvel (1) e estabelece uma relação entre a fase de acionamento (ϕ_c) e a fase dinâmica (ϕ_p) determinando uma fase medida (ϕ_{pc}),

circuito eletrônico (51) obtém um valor de uma tensão de correção (V_F) a partir do valor da fase medida (ϕ_{pc}),

circuito eletrônico (51) obtém um valor de uma tensão definida (V_P) a partir de uma posição física (DP) do conjunto móvel (1),

circuito eletrônico (51) atua no valor da tensão de aplicação (V_T) a partir da soma da tensão de correção (V_F) e a tensão definida (V_P).

2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a fase dinâmica (ϕ_p) é obtida a partir de uma velocidade de deslocamento do conjunto móvel (1).

3. Sistema de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o sistema eletrônico (51) determina o valor da tensão definida (V_P) a partir da comparação do valor da medição da posição física (DP) do conjunto móvel (1) com uma posição física definida (DP_{REF}) previamente estabelecida.

4. Sistema de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o circuito eletrônico (51) comanda o dispositivo eletrônico de chaveamento (52) para aplicar tensão de aplicação (V_T) ao motor (1').

5. Sistema de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo

28

fato de que o circuito eletrônico (51) obtém o valor da fase de acionamento (ϕ_c) a partir da comparação de medidas de fase de um nível zero de tensão (ZT) da tensão de aplicação (V_T) aplicada ao motor (1') com um nível zero de corrente (ZC) da corrente circulante no motor (1').

5 6. Sistema de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o circuito eletrônico (51) obtém o valor da fase dinâmica (ϕ_p) a partir da comparação de medidas da posição física (DP) do conjunto móvel (1) com a medida do nível zero da tensão (ZT) aplicada ao motor (1').

10 7. Sistema de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o valor da tensão definida (V_P) é obtido a partir de uma relação entre um valor de uma posição física máxima (DP_{MAX}) proporcional ao valor da posição física (DP) e a posição física definida (DP_{REF}).

15 8. Sistema de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de ser aplicável em um sistema de refrigeração (57) compreendendo um sensor de temperatura (58) associado a um termostato eletrônico (59), o termostato eletrônico (59) fornecendo o valor da posição física definida (DP_{REF}) previamente estabelecida.

20 9. Sistema de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que compreende um sensor de deslocamento (55) associado ao circuito de controle (51), o circuito de controle (51) recebendo o valor da posição física (DP) do conjunto móvel (1).

25 10. Sistema de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o sinal de nível zero de tensão (ZT) da tensão de aplicação (V_T) aplicada ao motor (1') é medido na entrada do dispositivo eletrônico de chaveamento (52).

 11. Sistema de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o sinal de nível zero de corrente (ZC) da corrente circulante no motor (1') é medido na saída do um dispositivo eletrônico de chaveamento (52).

30 12. Sistema de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que opera de maneira estável independentemente da diferença entre a fase dinâmica (ϕ_p) e a fase de acionamento (ϕ_c).

(28)

13. Método de controle de um compressor linear (10), o compressor linear (10) compreendendo:

um conjunto móvel (1),

um motor (1') alimentado por uma tensão de aplicação (V_T) alternada gerando uma corrente circulante,

método sendo caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

- medir uma fase de acionamento (ϕ_c) da corrente circulante no motor (1'),

- medir uma fase dinâmica (ϕ_p) do conjunto móvel (1),

- estabelecer uma relação entre a fase de acionamento (ϕ_c) e a fase dinâmica (ϕ_p) determinando uma fase medida (ϕ_{pc}),

- estabelecer uma relação entre a fase medida (ϕ_{pc}) e uma posição física (DP) do conjunto móvel (1) determinando uma posição preferível (DP_{MAX}) do conjunto móvel (1),

- estabelecer uma relação entre a fase medida (ϕ_{pc}) e a posição preferível (DP_{MAX}) obtendo uma tensão de aplicação (V_T) a ser aplicada ao motor (1').

14. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que antes da etapa de estabelecimento da relação entre a fase medida (ϕ_{pc}) e a posição preferível (DP_{MAX}), o método compreende uma etapa de comparação entre o valor da posição preferível (DP_{MAX}) e uma posição física definida (DP_{REF}) previamente estabelecida para obter um valor de uma tensão definida (V_P).

15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que na etapa de alteração do valor da tensão de aplicação (V_T), o valor da tensão de aplicação (V_T) é obtida através da soma dos valores da tensão definida (V_P) e da tensão de correção (V_F).

16. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que antes da etapa de medição da fase de acionamento (ϕ_c) da corrente circulante no motor (1'), é prevista uma etapa de obtenção de um nível zero de corrente (ZC) de uma corrente circulante no motor (1').

29

17. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que antes da etapa de medição da fase dinâmica (ϕ_p) do conjunto móvel (1), é prevista a etapa de obtenção de uma fase nível zero de tensão (ZT) da tensão de aplicação (V_T) aplicada ao motor (1').

18. Compressor linear (10) compreendendo:

um conjunto móvel (1) posicionado no interior de uma câmara de pressurização (2) e sendo operariamente associado a uma mola (7), o conjunto móvel (1) movendo-se axialmente dentro da câmara de pressurização (2),

um motor (1') alimentado por uma tensão de aplicação (V_T) gerando uma corrente circulante no motor (1'),

um dispositivo eletrônico de chaveamento (52), e

um circuito eletrônico (51) controlando o dispositivo eletrônico de chaveamento (52) para controlar a tensão de aplicação (V_T) aplicada ao motor (1'), e o motor (1') acionando o conjunto móvel (1),

compressor linear (10) sendo caracterizado pelo fato de que:

circuito de controle (51) mede uma fase de acionamento (ϕ_c) da corrente circulante no motor (1') e uma fase dinâmica (ϕ_p) do conjunto móvel (1) e estabelece uma relação entre a fase de acionamento (ϕ_c) e a fase dinâmica (ϕ_p) determinando uma fase medida (ϕ_{pc}), o circuito de controle (51) altera o valor da tensão de aplicação (V_T) aplicada ao motor (1') de maneira proporcional ao valor da fase medida (ϕ_{pc}).

19. Compressor de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a fase medida (ϕ_{pc}) corresponde à defasagem entre as fases de acionamento (ϕ_c) e dinâmica (ϕ_p) do conjunto móvel (1).

20. Compressor de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que opera de maneira estável independentemente da diferença entre a fase dinâmica (ϕ_p) e a fase de acionamento (ϕ_c).

21. Sistema de refrigeração caracterizado pelo fato de que compreende um compressor conforme definido nas reivindicações 18 a 20.

30

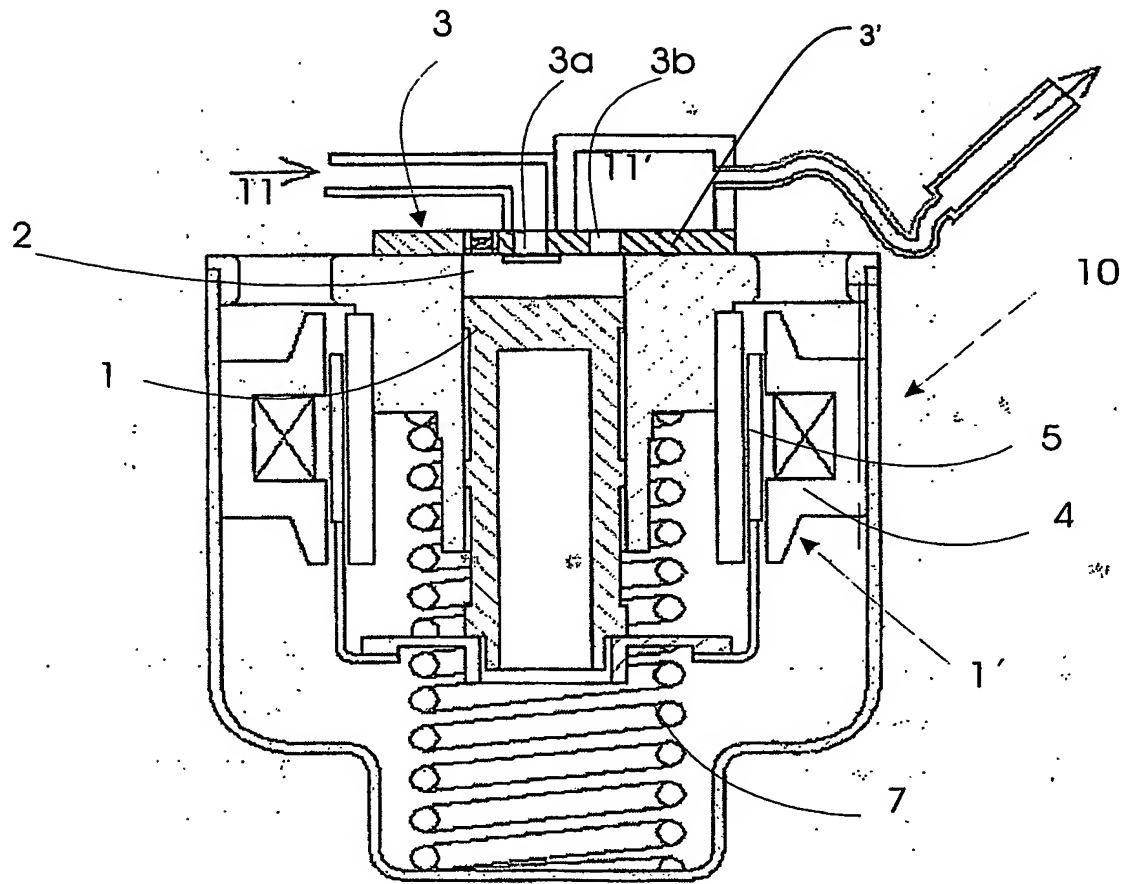


FIG.1

(31)

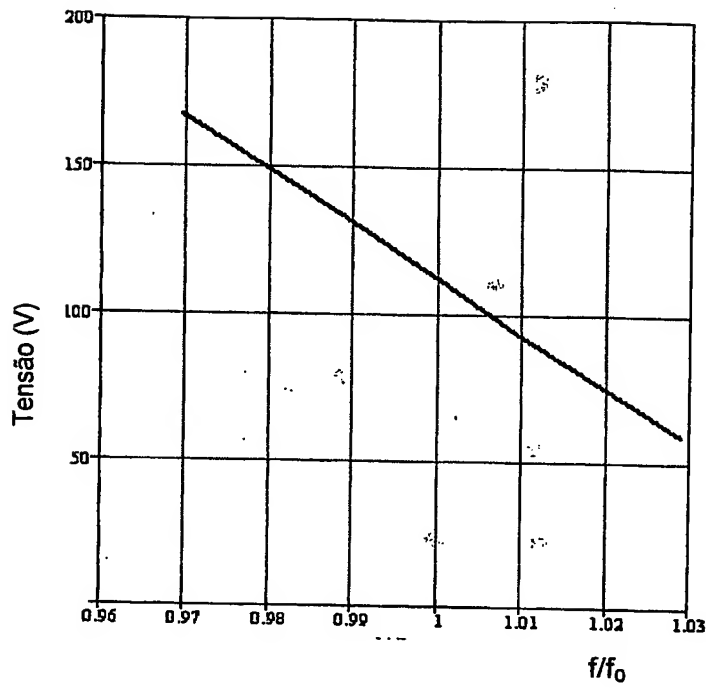


FIG. 2

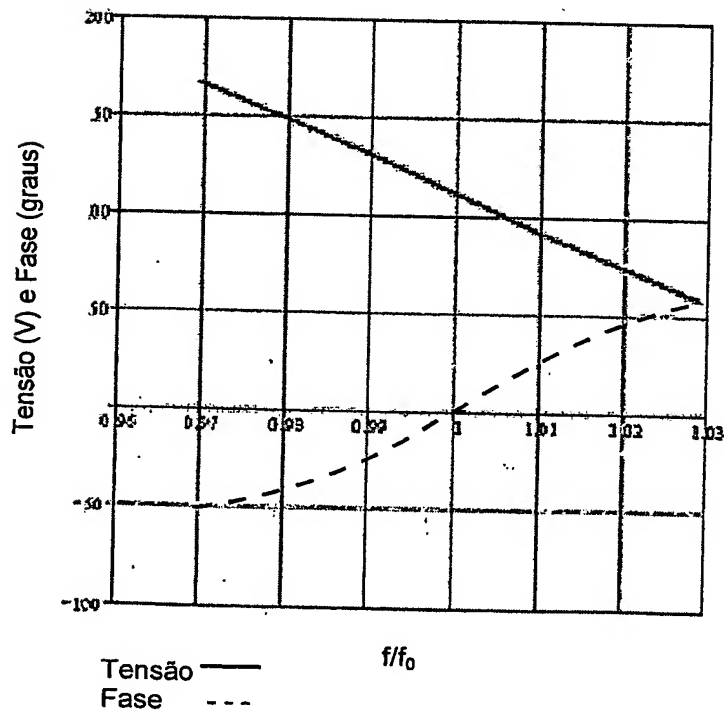


FIG. 3

32

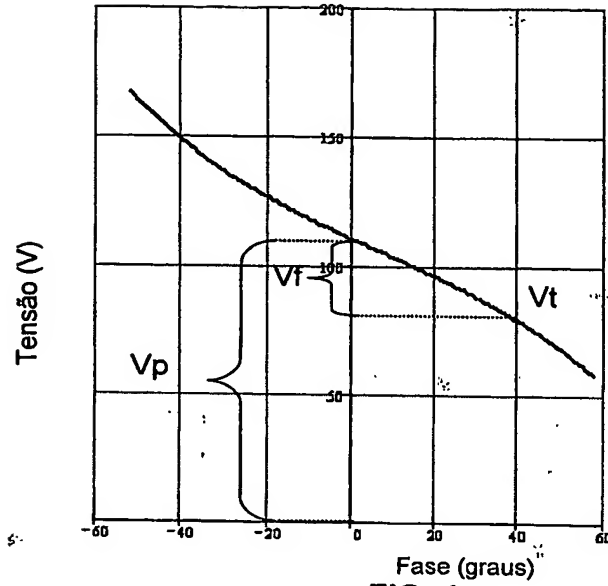


FIG. 4a

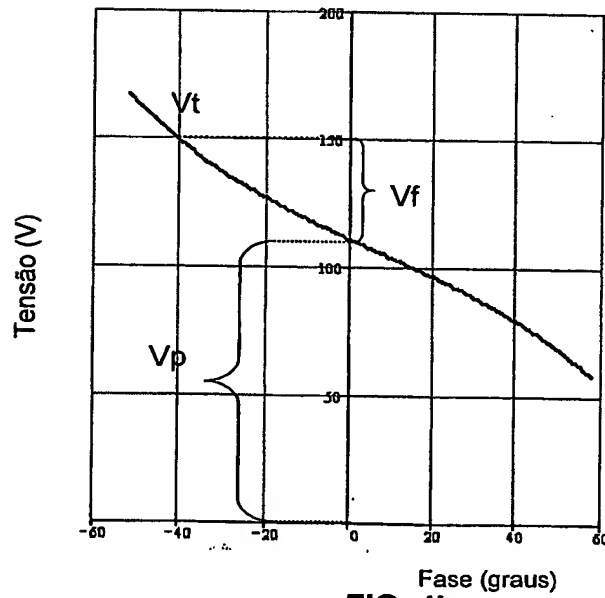


FIG. 4b

33

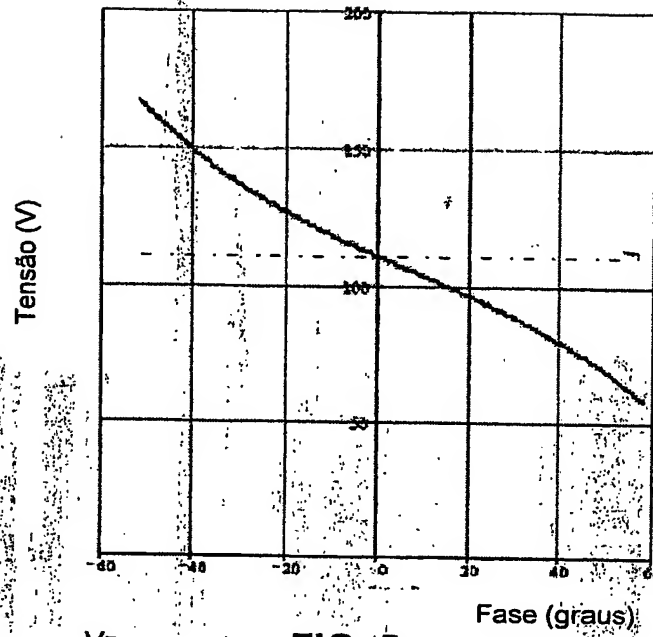


FIG. 5

34

Tensão de correção VF

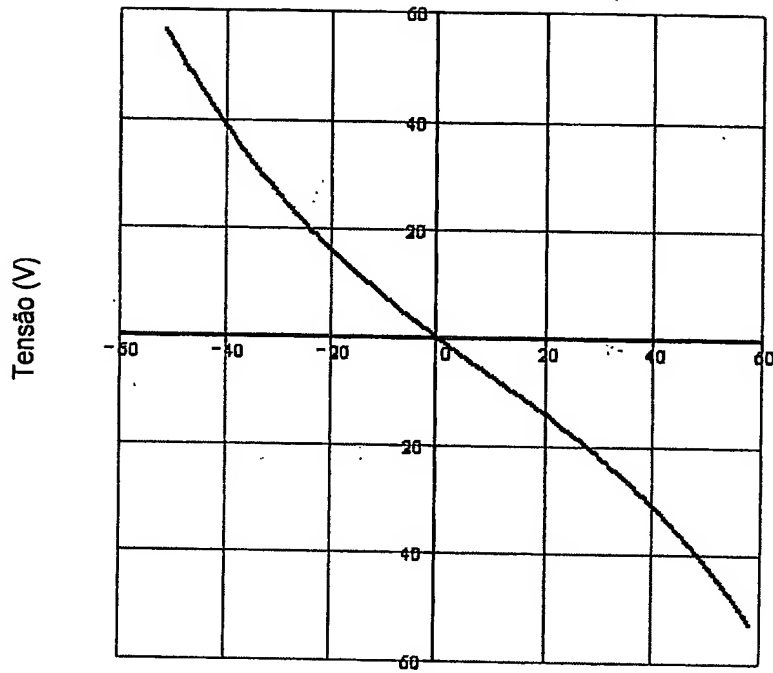


FIG. 6

Fase (graus)

35

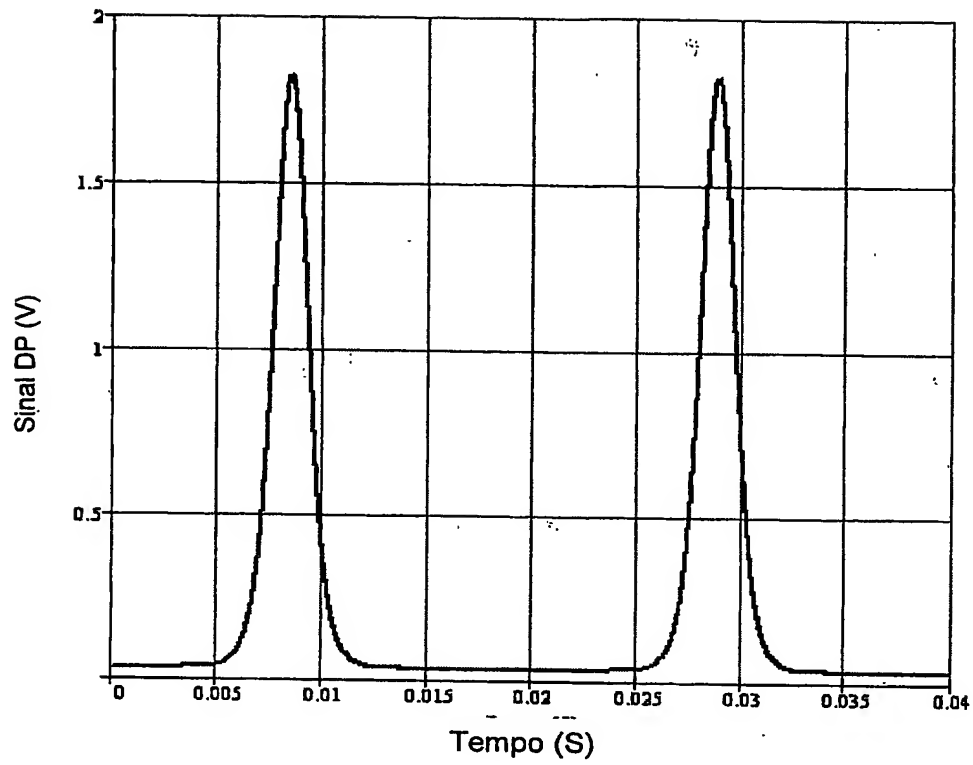


FIG. 7

(30)

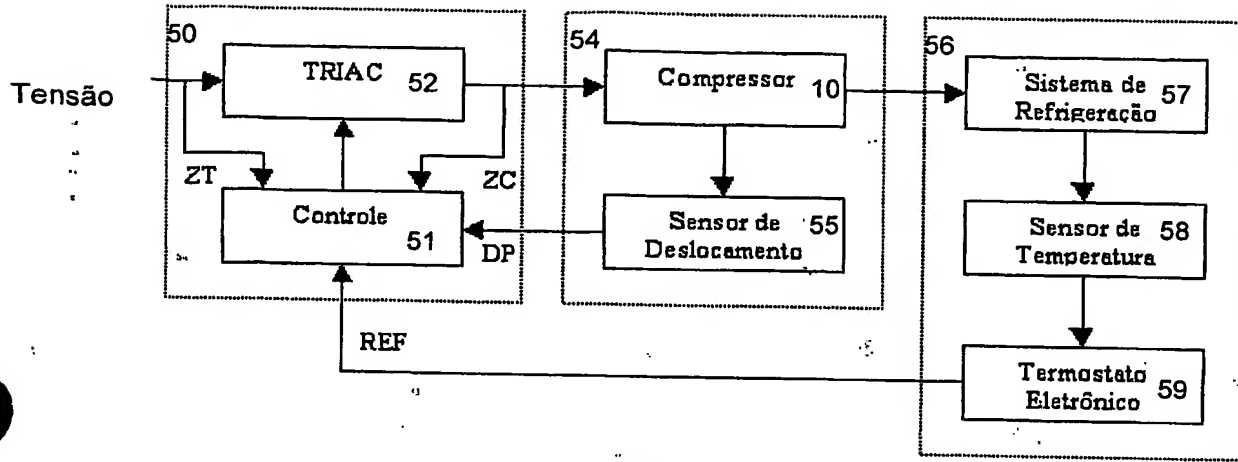


FIG. 8

(3f)

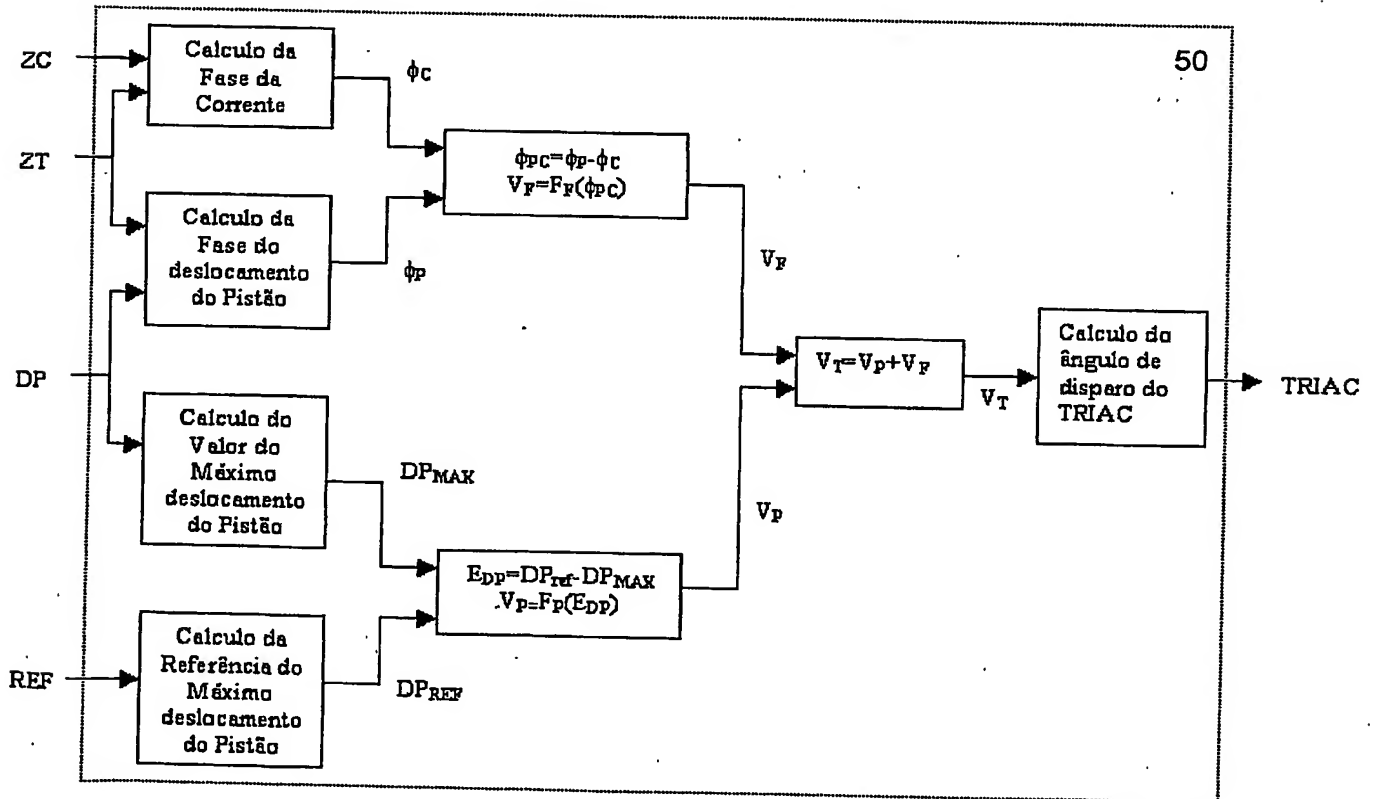


FIG. 9

RESUMO

Patente de Invenção: "SISTEMA DE CONTROLE DE UM COMPRESSOR LINEAR, MÉTODO DE CONTROLE DE UM COMPRESSOR LINEAR, COMPRESSOR LINEAR E SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO".

5 A presente invenção refere-se a um sistema de controle de movimento de um pistão em um compressor linear, a um método de controle de um pistão em um compressor linear, bem como a um compressor linear, particularmente aplicáveis em sistemas de refrigeração que podem incluir por exemplo refrigeradores, sistemas de ar condicionado e afins. São objetivos da presente invenção um sistema de controle de um compressor linear 10 (10), o compressor linear (10) compreendendo um conjunto móvel (1), um motor (1') alimentado por uma tensão de aplicação (V_T) gerando uma corrente circulante no motor (1'), um dispositivo eletrônico de chaveamento (52), e um circuito eletrônico (51) controlando o dispositivo eletrônico de chaveamento (52) para controlar a tensão de aplicação (V_T) aplicada ao 15 motor (1'), e o motor (1') acionando o conjunto móvel (1), o circuito eletrônico (51) medindo uma fase de acionamento (ϕ_c) da corrente circulante no motor (1') e uma fase dinâmica (ϕ_p) do conjunto móvel (1) e estabelecendo uma relação entre a fase de acionamento (ϕ_c) e a fase dinâmica (ϕ_p) determinando uma fase medida (ϕ_{pc}), o circuito eletrônico (51) obtendo um valor de uma tensão de correção (V_F) a partir do valor da fase medida (ϕ_{pc}), o circuito eletrônico (51) obtendo um valor de uma tensão definida (V_P) a partir de uma 20 posição física (DP) do conjunto móvel (1), circuito eletrônico (51) atuando no valor da tensão de aplicação (V_T) a partir da soma da tensão de correção (V_F) e a tensão definida (V_P). São também objetos da presente invenção um método de controle de um compressor linear, um compressor linear e um sistema de refrigeração.

38

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.